

ANGABEN ZUR ERWÄRMTHEIT EINER SANDDÜNE

Von

Ä. KISS

Klimatologisches Institut der Universität Szeged

Zwischen den 13 und 23 Juni 1954 hat das Klimatologische Institut der Universität Szeged unter Leitung Professor Richard Wagners — im Rahmen der sommerlichen Übungen der Studenten im Gelände. — in der Umgebung von ÜLLÉS-PUSZTA auf halb gebundenem Flugsand Mikroklimamessungen angestellt. In dieser Abhandlung wird ein Teil dieser Messungen benutzt.

Das untersuchte Gebiet.

Das Gebiet unserer Untersuchungen war eine halb gebundene Düne von ÜLLÉS-PUSZTA. Üllés-pusztá ist im Sandgebiet zwischen der TISZA (THEISS) und der DUNA (DONAU) NNW von Szeged ungefähr 110 m über dem Meeresspiegel gelegen. Es ist ein Gebiet mit 3—4 m hohen Dünen. Der Sand ist meistens stark geriebener, heller oder leicht bräunlich-gelblicher Quarzsand — mit Muskovit — eolischen Ursprungs aus dem älteren und neueren Holozän. Granulation: 0,2—0,3 (0,1—0,5) mm. Sein Kalkgehalt ist sehr gering, (nur in Spuren). (1) Der Sand ist stellenweise von Pflanzen, besonders Festucetum vaginatae — und Brometum tectorum secaletosum — Assoziationen bedeckt. Die für unsere Beobachtungen ausgewählte Düne ist 25 km weit in der Azimutrichtung 296° vom meteorologischen Observatorium des Klimatologischen Instituts der Universität Szeged gelegen.

Die Wetterverhältnisse der Beobachtungsperiode

Der Zeitraum unserer Beobachtungen fällt in die Periode der Kälterückfälle im Juni. Die Temperatursenkung trat aber nicht ein, bzw. war schon vor Beginn unserer Beobachtungen beendet, und die Durchschnittstemperatur der Untersuchungsperiode war um 2° noch höher als der langjährige Durchschnitt derselben Jahreszeit. Trotzdem erstand kein Mangel an Niederschlag, im Gegenteil überschritt er den langjährigen Durchschnitt.

Zwei Tage vor Beginn unserer Beobachtungen, am 11 Juni fiel in SZEGED ein Niederschlag von 14 mm und von den Stationen die der Ortschaft Üllés näher

waren wurden Niederschläge von 13 (in KISTELEK), bzw. 17 mm (in KISKUNHALAS) gemeldet. Wahrscheinlich war eine ähnlich grosse Niederschlagsmenge auch auf unser Beobachtungsgebiet gefallen, worauf wir am Tage vor dem Beginn unserer Beobachtungen, am 12 Juni, auch dem stark durchfeuchteten Boden schliessen konnten. Das Gebiet des Landes war von maritimer Kaltluftmasse überflutet. Am 12 fiel schon kein Niederschlag, die Sonnenscheindauer betrug 11 Stunden. Am ersten Tag der Beobachtungsperiode, am 13, wurde die maritime Kaltluftmasse durch kontinentale Gemässigte abgelöst mit herabsinkender Luftbewegung. In Zusammenhang mit der Abgleitfläche entstand eine kleine Antizyklone über unserem Lande. Die Sonnenscheindauer betrug 13 Stunden. Der 14-te war eine ungestörte Periode von Erwärmung. Es gab keinen Niederschlag, die Sonnenscheindauer stieg auf 14 Stunden. In der Nacht zum 15 kam von Westen mit einer Kaltfront wieder kalte maritime Luft, die in der westlichen Hälfte des Landes eine grosse Niederschlagsmenge gab, aber die östliche Hälfte, und so auch unser Beobachtungsgebiet nicht erreichte. Es war kein Niederschlag, die Sonnenscheindauer betrug 13 Stunden. Am 16-ten brach die kalte Luft auch in die östliche Hälfte des Landes ein und brachte Gewitterregen auch auf unser Beobachtungsgebiet mit. Zwischen 15^h30^m und 16^h30^m haben wir einen Niederschlag von 15,2 mm gemessen. Die Sonnenscheindauer betrug bloss 6 Stunden. Niederschlag fiel am 17 nur noch in den westlichen und nördlichen Teilen des Landes, nicht aber in Südosten. In unserem Beobachtungsgebiet erreichte die Sonnenscheindauer einen verhältnismässig hohen Wert — 13 Stunden. In der Nacht zum 18 wurde die kalte Luft durch maritime Gemässigte mit niederschlagsfreier Kaltfront abgelöst, die bis Ende unserer Beobachtungsperiode blieb.

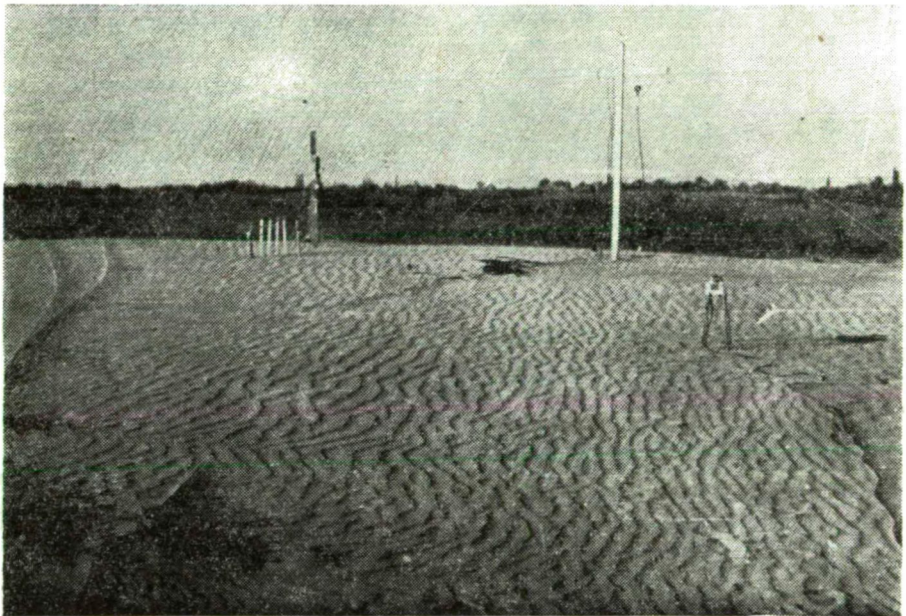


Bild 1. Messstelle 3 am wüsten Dünenrücken. Rechts Widerstandsthermometer, links Assmannsche-Psychrometer und Quecksilber-Bodenthermometer.

Am 18 war die Sonnenscheindauer 9 Stunden bei verändernder Bewölkung. In den Abendstunden entstand ein Gewitter mit geringem Niederschlag (0,1 mm). Ebenso bei verändernder Bewölkung betrug die Sonnenscheindauer am 19 6 Stunden und das in den Spätabendstunden nach 22^h entstandene Gewitter gab bis 0^h30^m am 20 einen Niederschlag von 3,7 mm. Am 20 war die fast ununter-

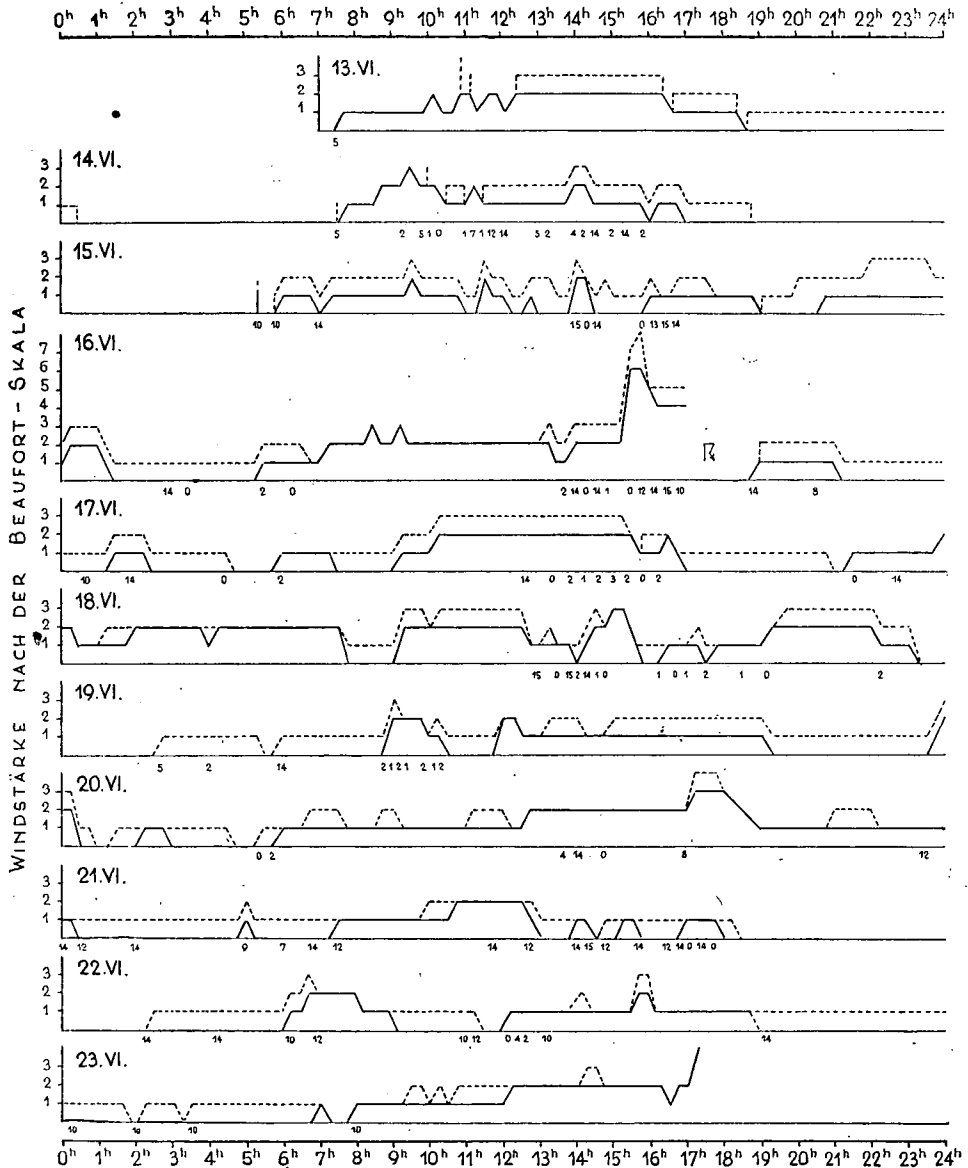


Abb. 1. Windstärken nach der Beaufort-Skala und Windrichtungen nach der 16-teiligen Windrose.

brochene Sonnenscheindauer bis 17^h 12 Stunden. Dann entstand ein Gewitter und es fiel ein mit Hagel begleiteter Niederschlag von 28,2 mm. Es war kein Niederschlag am 21, die Sonnenscheindauer stieg auf 15 Stunden. Am 22 regnete es in den meisten Teilen des Landes, in unserem Gebiet gab es nur einen leichten Sprühregen in den Mittagstunden. Die Sonnenscheindauer betrug 9 Stunden, doch teilte die starke Bewölkung der Mittagstunden auch diese Zeitdauer in zwei Abschnitte. Am 23 stieg die Sonnenscheindauer bis 17^h, das Ende unserer Beobachtungsperiode, auf 11 Stunden.

Während der Beobachtungsperiode schwankte die Windstärke meist zwischen 1—2 Beaufort-graden; sie erreichte den 3 Grad nur selten. Ein einziges Mal aber stieg sie bis 5—7 Grad für mehrere Stunden zu Beginn eines Gewitters am 16. Es muss aber bemerkt werden, dass die Windstärke-Angaben bloss durch Schätzung bestimmt wurden. Abbildung 1 zeigt die viertelstündig beobachteten Windstärke und Windrichtungen.

Die Anordnung der Messstellen im untersuchten Gebiet und die Technik der Beobachtung

Die für die stelle unserer Beobachtungen gewählte Düne ist in Abbildung 2 dargestellt.

Wie die Abbildung zeigt, stellten wir Messungen nach der Methode Professor Richard Wagners an 9 Messstellen an (2, 3). Mit Instrumenten wurden Boden- und Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Verdunstung, Sonnenscheindauer und Niederschlag gemessen. Die Messungen wurden Tag und Nacht ausgeführt. Die Bodentemperatur wurde mit Quecksilberthermometern stundenweise, die Lufttemperatur mit Assmannschen Aspirations-Psychrometern in 50

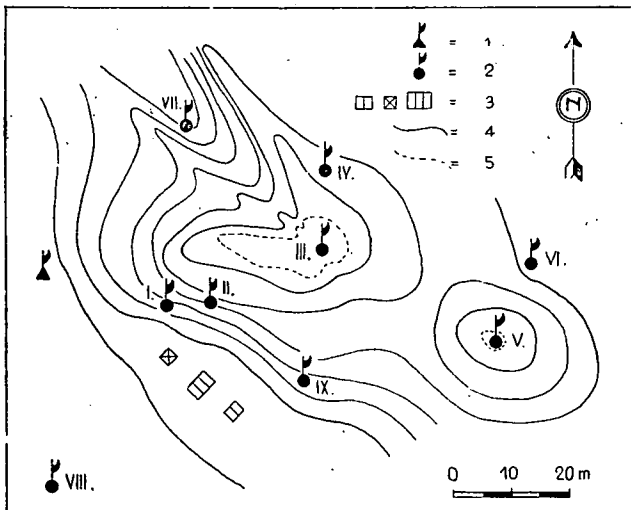


Abb. 2. Die Anordnung der Messstellen auf der Sanddüne. Die Höhenlinien in jeden 50 cm.
1 = Thermometerhütte. 2 = Messstelle. 3 = Die Zelte der Zentral-Ablesungseinrichtung.
4 = Höhenlinie. 5 = Halbierende Höhenlinie.

cm Höhe stundenweise und mit Wagner—Galyasschen elektrischen Widerstandsthermometern in 5 cm und 150 cm jede Viertelstunde gemessen. Gleicherweise wurden die Angaben der Bewölkung, des Windes, des Taus usw. jede Viertelstunde durch Schätzung bestimmt. Die Verdunstung wurde mit Picheschen Verdunstungsmessern, die Sonnenscheindauer mit Sonnenscheinautograph nach Campbell-Stokes gemessen und auch bei direkter Beobachtung registriert. Um eine Vergleichsmöglichkeit mit den Angaben der meteorologischen Stationen zu schaffen, stellten wir eine Thermometerhütte 8 m westlich von dem Fuss der Düne in ebenem Gelände, im gleichen Niveau mit Messstelle 8 und ihre Umgebung über gleichartigem Boden und Pflanzenbestand auf. Die Messstellen waren folgende:

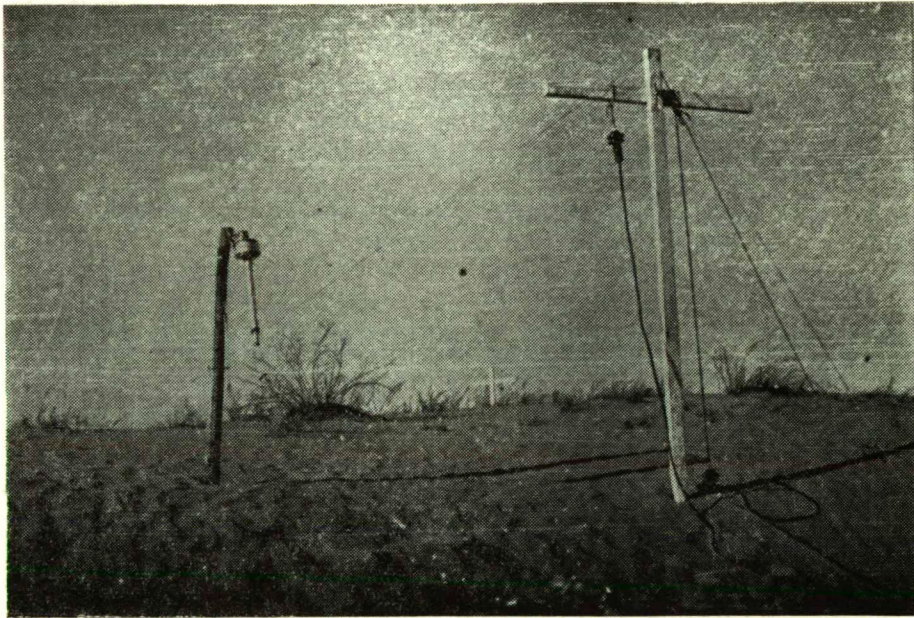


Bild 2. Messstelle 2 am Übergangsstreifen der Böschung und Dünenrückens. Rechts Widerstandsthermometer, links Assmannsche-Psychrometer. Im Hintergrund das Holzkreuz der Messstelle 3.

Messstelle 8 : 225° Azimutrichtung (SW) vom Dünengipfel, 35 m entfernt vom Fuss der Düne in tiefer liegendem Gelände zwischen den Dünen, auf humusbedecktem gebundenem Sand mit einer degradierten Abart einer Pflanzenassoziation von *Brometum tectorum secaletosum* die eine Deckung von 90—100% bietet. Durchschnittliche Höhe des Pflanzenbestands 20—25 cm.

Messstelle 1: Auf dem südwestlichen Abhang der Düne in 210° Himmelsrichtung ungefähr 1,5 m höher über dem Niveau von Messstelle 8. Böschungswinkel des Abhangs 15°. Um die Messstelle war der Abhang durch einen Fleck von *Brometum tectorum secaletosum* — Assoziation 40—50 prozentig 25 cm hoch bedeckt.

Messstelle 2: 7—8 m von Messstelle 1 auf demselben Abhang, aber auf dessen von Pflanzen nicht bedecktem Teil im Übergangsstreifen zwischen dem Abhang und dem Gipfel, 2,25 m über dem Niveau von Messstelle 8.

Messstelle 3: Auf dem ungebundenem unbedecktem Sand des Dünengipfels, 3,75 m über dem Niveau von Messstelle 8.

Messstelle 9: Ungefähr 20 m südwestlich von Messstelle 2 auf dem Abhang von 210° Azimutrichtung in einer Stelle, wo ein kleiner fast ganz südwärts ziehender Kamm auf dem Abhang sitzt. Die Neigungslinie des Mikrokammes weicht von der südlicher Richtung höchstens um einige wenige Grade nach Westen ab. Diese Messstelle war ungefähr in selber Höhe wie Messstelle 1, der Böschungswinkel ist hier aber kleiner, etwa 9—10°. Die degradierte Abart der Pflanzenassoziation von *Brometum tectorum*, die das Gelände zwischen den Dünen bedeckt, reicht noch auf die Umgebung der Messstelle am Abhang hinauf. Die Vegetation bedeckt den Boden 90%₀-ig, ihre Höhe beträgt 15—20 cm, und reicht am Abhang nicht höher als die Messstelle. Die Messstelle ist etwa 1,9—2,0 m höher als die Messstelle 8.

Messstelle 5 stand auf dem zweiten Buckel der Düne beinahe im gleichen Niveau wie Messstelle 3 (um 0,1 m tiefer). Die Düne war hier 30—40%₀-g mit einer Pflanzenassoziation von *Festucetum vaginatae* 25 hoch bedeckt.

Messstelle 4 stand auf dem sehr gering, unter 3—4° absteigenden nordwestlichen (in Azimutrichtung 36—38°) Abhang, auf ganz ungebundenem kahlem Sand. Die Messstelle war 3,0 m höher gelegen als Messstelle 8.

Messstelle 6 lag in 50° Azimutrichtung auf einem 6° schiefen Abhang, 1,75 m über dem Niveau von Messstelle 8. Hier war die Sandoberfläche 70%₀-ig mit 20—25 cm hoher Pflanzenassoziation von *Festucetum vaginatae* und daneben auch fast lückenlos mit Sandmoos, *Syntrichia ruralis*, bedeckt.

Messstelle 7 lag um 3 m tiefer als der Dünengipfel in der völlig kahlen Windverwehung der Düne. Die Lage der Achse der Windverwehung war in der Azimutrichtung 315°. (Unter Windverwehung verstehen wir einen kleinen Windriss.)

Die Bodentemperatur wurde an Messstellen 1, 2, 5, 6 und 9 in 2 cm, 5 cm und 10 cm Tiefe gemessen.

An Messstellen 1, 2, 3, 5, 6 und 8 wurde die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit in 50 cm höhe mit Assmannschen Psychrometern gemessen. An Messstellen 4, 7 und 9 wurden Assmannsche Thermometer nicht angewandt. An Messstellen 1, 2, 3, 5, 6 und 8 wurden Pichesche Verdunstungsmesser in 5 cm und 50 cm Höhe aufgestellt.

Mit den elektrischen Widerstandsthermometern wurden Messungen an Messstelle 9 in 5 cm und 150 cm Höhe ausgeführt; an Messstelle 4 stellten wir die Messungen von 7^h am 15 ein.

Einige charakteristischen Züge des Ortsklimas des untersuchten Gebietes

Die für das Ortsklima des untersuchten Gebietes charakteristischen Angaben der Lufttemperatur wurden in früheren Abhandlungen mitgeteilt. (4) Es muss aber auch hier erwähnt werden, dass die Werte des Thermometers in der Thermometerhütte in dem untersuchten Gebiet mit den Werten des Szegeder Flugplatzes und der Stadt SZEGED (im Observatorium unseres Instituts) verglichen worden sind. Wegen der gegenseitigen Nähe der drei Gebiete können die Unterschiede

ihrer Messungswerte nur von örtlichen Beschaffenheiten herrühren. Nach unseren Beobachtungen waren die täglichen Mitteltemperaturen des untersuchten Gebietes tiefer als die der Stadt und höher als die des Flugplatzes. Die Maxima dagegen waren höher und die Minima tiefer als die der zwei letzteren. Demzufolge war auch die tägliche Schwankung über dem Sand die grösste. Es kann noch daneben festgestellt werden, dass die Intensität der Erwärmung der Luft über dem Sand bereits vor der Beobachtung um 7^h grösser war als in den zwei anderen Gebieten.

Die relative Luftfeuchtigkeit war der Temperatur entsprechend höher (im Durchschnitt 74,2⁰/₀) über dem Sand in Üllés als in der Stadt (72,4⁰/₀); dagegen war sie geringer als auf am Flugplatz (76,2⁰/₀), doch sind die Unterschiede nicht bedeutend. Bei den Beobachtungen um 14^h war die relative Feuchtigkeit der Luft das Sandes ebenso um einen geringen Unterschied tiefer als die der Stadt.

Die Absonderung der Mikroklimata im Beobachtungsgebiet

Die Tagesgang der Temperatur besteht aus vier mehr oder weniger gut absonderbaren Perioden. Die erste ist eine Periode starker Erwärmung die mit dem Sonnenaufgang beginnt und in den frühen Vormittagsstunden endet. Nach der Periode der starken Erwärmung steigt die Temperatur langsam bis zum Maximum, dann sinkt sie wieder langsam bis in die späten Nachmittagsstunden. Dies ist der höchste Abschnitt der Tagestemperatur. Dann erfolgt eine rasche Senkung der Temperatur, die bis Sonnenuntergang dauert. Nach Sonnenuntergang ver-

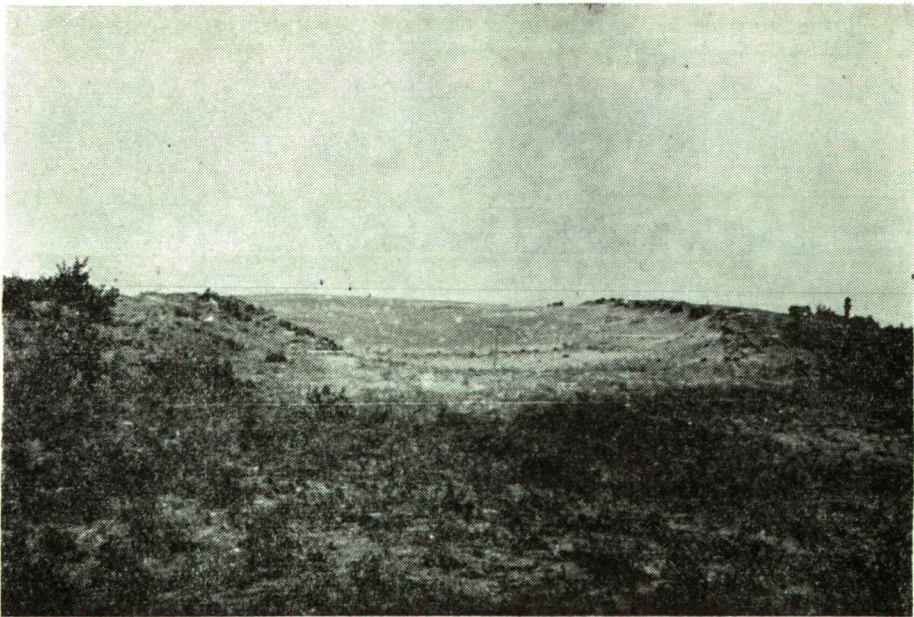


Bild 3. Messstelle 7 in der Windverwehung. Im Hintergrund in der Mitte das Kreuz der Messstelle 3, im Hintergrund links das Kreuz der Messstelle 4.

langsam sich die Temperatursenkung. Diese langsame Senkung ist charakteristisch für die ganze Nachtperiode.

In dieser Abhandlung werden in unserem Beobachtungsgebiet abgesonderten Mikroklimata nur auf Grund der täglichen Maxima und der höchsten mittleren Periode der Tagestemperatur verglichen. Im weiteren wollen wir diese Periode der Temperatur »Hochtemperaturperiode« oder bloss »Hochperiode« nennen. Die Hochtemperaturperiode zusammen mit dem täglichen Maximum ist charakteristisch für die »Erwärmtheit« irgendeines Gebiets. Der Beginn und das Ende der Hochtemperaturperiode kann von den Wetterverhältnissen abhängig täglich und auch von Gelände zu Gelände verschieden sein. Daher wurde die Dauer der Periode für jeden Tag gesondert bestimmt und wegen der leichteren Vergleichung an allen Messstellen und an den verschiedenen hohen Beobachtungspunkten mit dem gleichen Zeitpunkt abgegrenzt. Die Veränderung der Hochtemperaturperiode je nach dem Gelände und der Höhe ist ein anderer Problemenkreis. Bei der Bestimmung der Dauer der Hochtemperaturperiode wurden nicht die Angaben der Widerstandsthermometern, sondern die Angaben der Assmannschen Thermometer benutzt. Da letztere weniger empfindlich sind, kann auf Grund ihrer Angaben ein gleichmässiger, leichter übersichtlicher Temperaturgang festgestellt werden.

Der Beginn der Hochtemperaturperiode während unserer Beobachtungen fiel zwischen 7^h und 10^h, sein Ende zwischen 17^h und 19^h. Die Periode der raschen Erwärmung ging auch ohne Cumulus Wolken bei völlig heiterem Himmel in die Hochtemperaturperiode über, ja sogar war die Absonderung der verschiedenen Temperaturperioden gerade bei wolkenlosem Himmel am besten ausgeprägt. Das ist ein Beweis dafür, dass die verschiedenen Perioden des täglichen Temperaturganges die Folgen der Ein- und Austrahlungsverhältnisse sind. Eine stärkere Bewölkung verwischte mehr oder minder die Grenzen der Perioden und verhinderte sogar deren regelmässiges Eintreffen.

TABELLE 1.

Die Tagesmaxima der Lufttemperatur in 5 cm Höhe (°C)

Tag	Messstellen							
	1	2	3	5	6	7	8	9
13	37,0	30,7	29,0	34,2	33,9	31,6	31,2	30,6
14	39,4	32,9	31,6	35,0	35,0	32,2	32,4	34,0
15	38,8	35,0	33,9	33,9	36,4	33,2	33,9	34,7
16	36,0	33,1	31,5	31,0	33,4	31,6	31,3	31,8
17	32,0	29,0	28,0	27,4	31,2	29,0	28,8	29,0
18	37,6	33,6	31,2	30,4	33,3	31,9	31,6	32,7
19	35,6	32,4	30,9	29,6	32,9	31,7	30,7	31,6
20	37,5	33,9	32,8	31,3	34,6	33,0	31,6	33,4
21	36,0	33,9	32,2	31,3	34,5	31,9	32,6	33,2
22	37,4	35,2	31,9	31,8	36,4	32,9	32,2	34,0
23	36,8	32,4	32,4	32,8	34,4	33,2	32,4	32,2
Durchschnitt	36,7	32,9	31,4	31,6	34,1	32,0	31,6	32,4

Bei der Berechnung des mittleren Wertes der Hochperiode der mit Assmannschen Thermometern ausgeführten Beobachtungen wurden die Temperaturen des Beginns und des Endes nur mit halbem Wert genommen, damit diese verhältnis-

mässig niedrigen werte den Mittelwert der Periode nicht verfälschen sollten. Bei den Angaben der Widerstandsthermometer war dies infolge der häufigeren Messungen nicht nötig.

In den Tabellen 1—6 geben wir die Maxima und die Mittelwerte der Hochperioden der Lufttemperatur an, die in 5 cm und 150 cm Höhe mit Widerstandsthermometern und in 50 cm Höhe mit Assmannschen Thermometern gemessen wurden.

Die Durchschnittswerte der Maxima und die Durchschnittswerte der Mittelwerte der Hochperioden an unseren Messstellen geben in 5 cm und im 50 cm Niveau — trotz der verschiedenen Messungstechnik — die selbe Reihenfolge nach Grösse. Die Reihenfolge der Durchschnittswerte der Maxima und der Hochperioden weicht an den einzelnen Tagen — von den Wetterverhältnissen abhängig — mehr oder weniger von der Reihenfolge der Durchschnittswerte ab.

Fünf Messstellen, Messstellen 1, 2, 4, 6 und 9 waren auf Hängen aufgestellt. Die höchsten Temperaturwerte wurden in 5 cm und 50 cm auf Messstelle 1 gemessen. Die Erwärmtheit war hier nicht nur in Vergleich mit den auf Hängen aufgestellten Messstellen am stärksten, sondern auch im Vergleich mit sämtlichen Messstellen. Dies war auch von den Reliefverhältnissen zu erwarten. Zwar war die Hangrichtung des Abhangs von Messstelle 9 vom Gesichtspunkt der Benutzung der strahlenden Energie etwas günstiger, war sein Böschungswinkel viel kleiner. An Messstelle 2 stimmt die Richtung des Abhangs mit der von Messstelle 1 überein. Im Gebiet von Messstelle 2 ist der Böschungswinkel etwas kleiner. Diese Messstelle stand auf dem pflanzenlosen Übergangstreifen zwischen dem Dünengipfel und dem Abhang. Es ist wahr, dass im Verhältnis der Erwärmtheit von Messstellen 1 und 2 wegen ihrer verschiedenen Lage der Einfluss der Vegetation nicht bewiesen werden konnte, doch konnte man aus den Temperaturunterschieden zwischen Messstellen 3, 5 und 8 auf einen gewissen temperatursteigernden Einfluss der Vegetation schliessen. Die Hangrichtungen von Messstellen 4 und 6 waren vom Gesichtspunkt der Benutzung der Strahlungsenergie ungünstig.

TABELLE 2.

Mittelwerte der täglichen Hochperioden der Lufttemperatur (°C) in 5 cm Höhe und die Dauer der Perioden

Tag	Dauer	Messstellen							
		1	2	3	5	6	7	8	9
13	11h—19h	30,4	27,2	26,0	28,2	29,0	27,5	27,0	27,0
14	8h—18h	33,5	29,8	29,1	31,0	30,8	29,7	29,3	30,0
15	9h—18h	33,3	31,8	31,0	30,7	32,2	30,6	30,5	31,8
16	9h—14h	32,5	30,7	28,8	28,4	30,4	29,3	28,9	29,7
17	9h—19h	29,5	26,9	26,3	25,7	28,0	27,0	27,0	27,0
18	12h—17h	33,7	30,9	29,4	28,7	30,6	29,9	30,4	30,4
19	9h—18h	30,2	28,2	27,1	26,7	28,3	28,0	27,2	27,4
20	12h—17h	34,4	31,8	30,5	29,8	31,1	31,2	31,0	31,1
21	7h—19h	31,3	29,3	28,6	28,1	30,0	28,9	28,8	29,4
22	7h—12h	31,8	29,5	28,6	28,7	30,3	28,9	28,6	28,7
23	8h—15h	33,1	29,8	29,7	29,8	31,6	30,2	30,0	30,2
Durchschnitt		32,1	29,6	28,6	28,7	30,2	29,2	28,9	29,3

Obwohl der Einfluss der Exposition des Hanges in unserer Breite im Sommer am wenigsten zur Geltung kommt und auch die Ausdehnung der untersuchten Abhänge gering ist, waren die Maxima und die Hochperioden in 5 cm Höhe über dem Abhang von Messstelle 1 an allen Tagen unserer Messungen höher als die Werte der anderen Messstellen. Die Maxima und die Hochperioden von Messstelle 1 waren in 50 cm schon nicht jeden Tag am höchsten. Doch war ihr Durchschnittswert in der Beobachtungsperiode noch immer höher als der der anderen Messstellen. Die Erwärmtheit von Messstelle 1 verlor den ersten Platz unter den Messstellen an den Tagen (am 13, 15, 21, 22, 23) an denen längere Zeit ein südwestlicher, nordwestlicher oder südöstlicher Wind wehte (ein rein südlicher Wind wurde in der Messungsperiode nicht beobachtet), da diese Winde am geeignetsten waren, die Luft der Umgebung der Messstelle auszutauschen. Das bedeutet zugleich, dass in der Bildung der über dem Abhang beobachteten Hochtemperaturen in gewissem Grade auch die Windgeschütztheit eine Rolle spielte.

TABELLE 3.

Die Tagesmaxima der Lufttemperatur in 50 cm Höhe (°C)

Tag	Messstellen					
	1	2	3	5	6	8
13	28,3	28,2	28,2	28,0	29,6	27,9
14	33,9	32,8	31,2	33,2	32,9	32,4
15	35,0	34,2	32,3	34,2	31,8	32,8
16	33,4	31,2	30,8	31,1	31,4	31,6
17	31,0	29,0	28,8	28,1	29,2	29,2
18	31,6	30,8	30,2	29,8	30,0	29,3
19	30,2	29,4	29,8	30,0	30,2	30,4
20	36,2	33,5	33,1	32,8	33,8	33,8
21	31,3	31,8	30,5	31,4	31,5	30,8
22	30,4	29,4	29,5	29,4	30,2	29,5
23	32,4	32,4	31,4	32,0	33,0	32,8
Durchschnitt	32,1	31,0	30,5	30,9	31,1	30,9

An stark bewölkten Tagen, wie am 19, da die Sonnenscheindauer lückenhaft (unterbrochen) ist, kommt der Hangeinfluss weniger zur Geltung. Die Unterschiede in der Erwärmtheit der Messstellen sind kleiner und in 50 cm Höhe ist das Maximum von Messstelle 1 nicht am höchsten. Nämlich fehlte die Sonnenstrahlung eben dann, als der Hang von Messstelle 1 wegen seiner Böschungsrichtung am besten die Strahlungsenergie hätte aufnehmen können.

An Messstelle 2 war die Erwärmtheit wegen der oben erwähnten Ursachen geringer nicht nur als an Messstelle 1, sondern auch als an Messstelle 6, deren Hanglage ungünstig war und die ihre Erwärmtheit nicht dem Hangeinfluss verdankt.

Die Erwärmtheit an Messstelle 2 war aber grösser als an allen übrigen Messstellen, und so stand Messstelle 2 an dritter Stelle in der Reihenfolge der Messstellen. Das gilt aber nur für die Durchschnittswerte ihrer Maxima und ihrer Hochperioden während der Zeit unserer Messungen, aber die Reihenfolge war an den einzelnen Tagen nicht dieselbe. Ähnlich wie an Messstelle 1, gestalte sich die Temperatur an Messstelle 2 in grossem Masse von Windrichtung abhängig.

Im Gebiet von Messstelle 9 konnte die etwas günstigere Hangrichtung und die Vegetation den grösseren Unterschied im Böschungswinkel nicht ausgleichen, und so blieb die Erwärmtheit an Messstelle 9 niedriger als an Messstelle 2.

An Messstelle 6 konnte der Hangeinfluss nicht nachgewiesen werden. Hier sollte der Hangeinfluss wegen des sehr kleinen Böschungswinkels nur sehr gering sein konnte, in schwächer Erwärmtheit zum Ausdruck kommen, doch waren die Temperaturen am höchsten hier nach Messstelle 1.

Das wurde ergeblich von der, das Gebiet der Messstelle mangelfrei bedeckenden, sandlichen Moosschicht erfolgt. Die Moosschicht nach unseren Reflexionsmessungen absorbiert ungefähr mit 30% mehr Strahlung, als die offene Sandoberfläche. In der Ausbildung der Erwärmtheit von der Messstelle 6 konnte ausserdem die Pflanzenassoziation von *Festucetum vaginatae* — in kleinem Masse — Rolle spielen.

Nach der Messstelle 1 sondert sich am meisten die Erwärmtheit der Messstelle 6 von den anderen ab. Der Mass ihrer Erwärmtheit steht — fast an allen Tagen unserer Forschungszeit — an der zweiten Stelle in der Reihe ähnlicher Werten der Messstellen, in der Höhe von 50 cm schwänkt er zwischen den ersten und dritten Plätzen.

TABELLE 4.

Mittelwerte der täglichen Hochperioden der Lufttemperatur (°) in 50 cm Höhe und die Dauer der Perioden

Tag	Dauer	Messstellen					
		1	2	3	5	6	8
13	11h—19h	26,3	26,3	26,2	26,3	27,0	26,3
14	8h—18h	31,3	30,3	29,5	30,1	30,6	30,4
15	9h—18h	31,8	31,6	30,4	31,8	30,9	30,8
16	9h—14h	28,6	27,3	26,3	27,3	27,8	27,1
17	8h—18h	29,1	27,3	27,2	26,7	27,5	27,8
18	12h—17h	30,3	29,6	28,6	29,3	29,5	28,7
19	9h—18h	28,7	27,9	27,9	28,0	28,2	28,2
20	12h—17h	34,0	32,0	30,9	31,8	32,3	32,2
21	7h—19h	28,8	28,6	28,8	28,6	29,1	29,1
22	7h—12h	27,4	27,2	26,9	27,1	27,9	26,5
23	8h—15h	29,0	28,6	28,8	28,7	29,4	28,4
Durchschnitt		29,5	28,7	28,3	28,7	29,1	28,6

An der Messstelle 4 haben wir nur zwei tagelang (am 13 und 14) Beobachtungen durchgeführt. An diesen Tagen waren die an der Messstelle gemessenen Maximumwerte etwas höher, die Werten der Hochperiode dagegen etwas niedriger, als dieselben an der Messstelle 3. Womit der Mittelwert der hohen Temperatur-Strecke auf den Mass der Erwärmtheit mehr charakteristisch ist als das Maximum, müssen wir die Erwärmtheit der Messstelle 4 niedriger halten, als dieselbe des Dünenrückens. Die ungünstige Exposition ist auch noch bei dem sehr niedrigen Böschungswinkel zur Geltung gekommen. An der Messstelle 6 hat die Pflanzung trotz der ungünstigen Exposition eine relative hohe Erwärmtheit ergeben. Zwischen den nicht auf Böschung gelagerten Messstellen hatten wir an der in Windverwehung aufgestellten Messstelle 7 die höchste Erwärmtheit

gefunden. Die Erwärmtheit hat aber nur dieselbe der Messstellen 5, 8, 3 und 4 durchgestiegen, sie ist aber kleiner als die Erwärmtheit der Messstellen, welche südliche Exposition besitzen (1, 2, und 9) und als die der Messstelle 6.

Die Tatsache, dass die in der Windverwehung beobachtete Erwärmtheit höher war als die des Dünenrückens (5 und 3) und des Gebietes der Interdünnierung (No 8) muss der Erfolg der Wirkung des Windschutzes sein. Die Windverwehung ist nämlich in NW Richtung, in der Richtung des vorherrschenden Windes, offen, während unserer Beobachtungszeit war aber dauernder (mehr stundenlang) Wind in NW Richtung nur am 14, 15, 18 und 21. An diesen Tagen haben wir in der Windverwehung wirklich niedrigere Temperatur beobachtet, so z. B. das Maximum der Messstelle 7 am 15 steht am letzten, die Hochperiode am vorletzten Platz in der Reihe der ähnlichen Werten der Stationen. Die Erwärmtheit ändert sich also in der Windverwehung mit der Windrichtung, womit aber die Häufigkeit der vorherrschenden Windrichtung an unserem Forschungsgebiet, bzw. in Szeged im Sommer 21,4% ist (in anderen Jahreszeiten ist sie noch kleiner), muss die in 5 cm Höhe in der Windverwehung beobachtete Erwärmtheit höher sein, als die Erwärmtheit des Dünenrückens und die des Flächengebietes der Interdünnierung.

TABELLE 5.

Die Tagesmaxima der Lufttemperatur in 150 cm Höhe (°C)

Tag	Messstellen							
	1	2	3	5	6	7	8	9
13	27,4	27,2	28,5	27,4	27,4	27,9	26,6	27,9
14	28,6	28,8	28,2	28,5	28,2	29,4	27,8	28,8
15	31,3	32,0	31,6	29,7	30,1	31,3	30,0	31,6
16	28,9	28,2	27,2	29,4	28,0	28,9	27,8	28,2
17	26,6	26,7	26,6	26,9	26,8	27,3	26,4	26,9
18	29,5	28,8	28,0	28,4	28,2	29,0	28,2	28,3
19	28,4	27,5	28,0	27,8	27,7	28,4	28,2	28,0
20	30,4	29,0	29,8	29,7	30,0	30,6	29,2	30,4
21	30,2	29,7	29,4	29,4	—	30,0	29,6	30,1
22	29,0	28,9	28,2	29,2	—	30,5	28,2	31,8
23	28,6	29,0	29,2	29,0	—	30,2	28,3	29,1
Durchschnitt	28,9	28,7	28,8	28,6	28,3	29,4	28,2	29,1

Die in 5 und 50 cm Höhe beobachteten Erwärmtheitwerte am wüsten und — am mit Pflanzung bedeckten Dünenrücken, und im Gebiet der Interdünnierung — (Messstellen 3, 5, 8) stehen im Durchschnitt unserer Beobachtungszeit sehr nahe zueinander, an den einzelnen Tagen zeigen sich aber auch grössere Unterschiede in den Erwärmtheit der drei Gebiete, aber die Reihenfolge nach der Grösse ändert sich täglich.

Die Erwärmtheit des Gebietes der Interdünnierung ist am 17, 19, 20 und 21 höher als die der anderen zwei Gebiete. Von den erwähnten Tagen am 17, 19 und 20 herrschte dauernderweise ein Wind in NE Richtung. Es lässt sich daraus die Folgerung ziehen, dass die Düne am Gebiet der Messstelle 8 noch einen gewissen Windschutz versichert.

Am 21-sten kommt eine andere Wirkung zur Geltung. Am vorigen Tag fiel gegen Abend eine grosse Niederschlagsmenge (28,2 mm). An unserem Untersuchungsgebiet war der tiefste, mit Pflanzung am dichtesten bedeckte Boden

des Flächengebietes der Interdünerung am stärksten gebunden, und so hatte er die grösste Wärmeleitfähigkeit. Um das zu beweisen teilen wir in der Tabelle 7 die in 2 und 10 cm Tiefe beobachteten Maxima der Bodentemperatur der Messstellen. Der Unterschied zwischen den in 2 cm und in 10 cm Tiefe beobachteten Maxima ist auf die Wärmeleitfähigkeit charakteristisch. Infolge der grösseren Wärmeleitfähigkeit entsteht im Boden der Messstelle 8 die niedrigste (am Tage) Bodentemperatur. Dagegen ist die Erwärmtheit der Luftschicht über dem Gebiet der Messstelle 8 viel stärker, als dieselbe der Messstelle am Dünenrücken, das kann angeblich der Erfolg der tieferen Lagerung und der Pflanzendecke sein. Aber nach einem mehr Niederschlag-haltigen Tag (nicht nur am 21, sondern auch am 17) nimmt die Wärmeleitfähigkeit des Bodens an den Messstellen 3 und 5 — infolge der Durchfeuchtung des Bodens — auch zu. Die Wirkung der günstigen Lagerung der Messstelle 8 und die der Pflanzendecke kann — infolge der Abnahme des Wärmeleitfähigkeitsunterschiedes und infolge des von Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit stammenden wesentlichen Wärmeverlusts — in grösserem Masse zur Geltung kommen.

TABELLE 6.

Mittelwerte der täglichen Hochperioden der Lufttemperatur (°C) in 150 cm Höhe und die Dauer der Perioden

Tag	Dauer	Messstellen							
		1	2	3	5	6	7	8	9
13	11h—19h	24,7	25,0	24,6	25,2	25,1	25,3	24,1	25,0
14	8h—18h	26,7	26,6	26,3	26,9	26,8	27,4	25,7	26,8
15	9h—18h	28,4	28,2	28,2	28,6	28,2	28,5	28,0	28,5
16	9h—14h	26,5	26,1	25,7	27,7	26,3	26,9	25,9	26,4
17	8h—18h	24,8	24,6	24,6	24,9	25,2	25,4	24,5	24,8
18	12h—17h	27,7	27,3	26,9	27,3	27,3	27,9	27,1	27,2
19	9h—18h	25,6	25,3	25,0	25,4	25,5	26,1	25,2	25,4
20	12h—17h	28,8	28,3	28,0	28,4	28,5	29,0	28,0	28,6
21	7h—19h	27,1	26,8	26,6	26,9	—	27,4	26,7	26,9
22	7h—12h	26,6	26,3	26,2	26,5	—	27,0	26,1	26,8
23	8h—15h	27,2	27,1	27,0	27,1	—	27,9	26,7	27,2
Durchschnitt		26,7	26,5	26,2	26,8	—	27,1	26,1	26,6

Von den, an mit Pflanzen bedeckten und pflanzenlosen Teilen aufgestellten zwei Messstellen, No 3 und 5, war die Erwärmtheit an meisten Tagen der Forschungszeit in 50 cm Höhe der Messstelle 5 stärker als die der Messstelle 3, in 5 cm höhe hatte dagegen öfters die Messstelle 3 einen höheren Wert. Auf diese letztere Erscheinung ist es schwer eine entsprechende Erklärung zu finden, in der Tatsache, aber, dass in 50 cm Höhe die Messstelle 5 eine stärkere Erwärmtheit zeigt, kann sich nur die Wirkung der Pflanzendecke zeigen. Die zur Assotiation der *Festucetum vaginatae* gehörenden Pflanzen hindern nämlich mit ihrer nach oben verzweigten Gestalt — trotz ihres lockeren Wesens — die advektive Strömungen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ihre Advektion hindernde Wirkung unmittelbar über dem Boden in einigen cm Höhe (infolge der Pflanzengestalt) in kleinerem Masse zur Geltung kommt, als in der Höhe von einigen Decimeter, das kann man sogar auch vorstellen, dass die *Festucetum* Vegetation in der,

durch die strömenden Luft eine gewisse Mikroturbulenz veranlasst, und das möchte verursachen, dass die Erwärmtheit der Messstelle 5 in 5 cm Höhe im grössten Teil unserer Beobachtungszeit niedriger ist, als dieselbe an dem wüsten Dünenrücken. Diese ist aber nur eine Hypothese, solche Untersuchungen haben wir nicht durchgeführt.

TABELLE 7.

Die Maxima der Bodentemperatur in in 2 cm und in 10 cm Tiefe (°C)

Tag	Messstellen						
		1—2	3	5	6	8	9
13	2 cm	35,3	35,6	39,0	38,2	33,1	36,9
	10 cm	31,0	31,4	31,4	30,6	30,2	33,2
14	2 cm	36,7	37,3	41,9	43,3	35,2	38,5
	10 cm	32,3	32,6	32,6	32,0	31,6	33,8
15	2 cm	38,4	39,4	43,2	44,6	36,0	42,2
	10 cm	32,5	32,0	32,9	32,0	31,9	33,8
16	2 cm	36,6	38,5	39,7	42,1	35,2	38,6
	10 cm	30,6	29,2	30,6	30,0	29,6	31,3
17	2 cm	32,8	29,4	35,8	34,4	30,2	33,2
	10 cm	30,4	28,2	30,3	28,6	27,8	31,2
18	2 cm	36,2	35,8	38,7	41,0	32,2	37,0
	10 cm	32,4	30,9	31,3	30,4	29,8	33,3
19	2 cm	34,2	34,8	37,3	38,4	33,6	35,8
	10 cm	30,4	29,8	30,8	30,0	29,4	32,2
20	2 cm	38,2	37,4	40,6	43,7	34,6	38,8
	10 cm	34,2	32,5	33,4	31,8	31,4	35,5
21	2 cm	37,0	37,4	38,2	38,8	34,0	39,4
	10 cm	33,3	33,6	34,0	31,6	30,2	35,4
22	2 cm	34,6	38,9	40,9	39,7	34,2	36,8
	10 cm	32,2	31,5	32,7	31,5	29,9	33,8
23	2 cm	35,2	39,4	40,4	42,0	34,1	37,0
	10 cm	32,0	32,0	33,6	32,2	31,0	33,4

Entweder mit der Verursachung der Mikroturbulenz, oder einfach nur mit dem Verhindern der Luftströmung, lässt aber die Pflanzendecke der Messstelle 5 ihre Wirkung auch in 150 cm Höhe empfinden. In dieser Höhe war nämlich die Erwärmtheit der Messstelle 5 an allen Tagen unserer Forschungen stärker als die des wüsten Dünenrückens (das ist umzwar nur betreffs der Mittelwerte der Hochperiode wahr, die täglichen Maxima waren in der Hälfte des Zeitraumes an der Messstelle 3 höher, aber auf die Erwärmtheit sind in erster Reihe die Hochperioden charakteristisch, entgegen der von verschiedenen Zufälligkeiten stark abhängenden Maxima) sie war sogar höher, als die Erwärmtheit der Messstelle 2 und im grossen Teil unseres Zeitraumes höher als die der Messstellen 1, 6, und 9.

An der Messstelle 8 — welche eine dichtere Pflanzendecke und eine günstigere Lage hatte als die Messstelle 5 — war die in 150 cm Höhe beobachtete Erwärmtheit kleiner nicht nur als die der Messstelle 5, sondern auch als die der allen anderen Messstellen. Die Erklärung dieses überraschenden Erfolges müssen wir in der Verschiedenheit der Pflanzendecke an den zwei Messstellen suchen. Die Pflanzen der auf dem Gebiet der Messstelle 3 findbaren Assotiation von *Brometum tectorum secaletosum* — entgegen der von *Festucetum* — haben eine nicht

nach oben verzweigende, sondern eben nach oben verschmahende, ein wenig spitzige Form. Die Neigung der Reibung der Luftströmung und der Turbulenz muss gegen der solche Form besitzenden Vegetation kleiner sein. Die Assotiation von Brometum — welche sich nach unten verbreitet, und welche an der Messstelle 8 dichter ist an anderen Messstellen, kann, die turbulente Konvektion nicht nur nicht fördern, sondern sie verhindert sie sogar. Dementsprechend sind die zwischen 5 und 150 cm Höhe festgestellten Gradienten nach den Gradienten der Messstellen 1, 6 und 2 (die stärksten erwärmten Gebiete) an der Messstelle 8 die grössten. Dagegen haben sich an der mit Festucetum bedeckten Messstelle 5 gerade die kleinsten Gradienten ausgebildet. Tabelle 8 zeigt die Unterschiede der Mittelwerten der Hochperioden in 5 und 150 cm Höhe, die Mittelgradienten der Hochperioden.

TABELLE 8.

Die Mittelgradienten der Lufttemperatur während der Hochperioden zwischen 5 cm und 150 cm Höhe (°C)

Tag	Messstellen							
	1	2	3	5	6	7	8	9
13	5,6	2,1	1,4	2,9	3,9	2,1	2,9	2,0
14	6,7	3,2	2,7	4,1	4,0	2,3	3,6	3,2
15	4,8	3,5	2,8	2,1	4,0	2,1	2,5	3,3
16	5,9	4,6	3,0	0,7	4,1	2,4	2,9	3,3
17	4,6	2,2	1,6	0,7	3,7	1,6	2,4	2,2
18	5,9	3,6	2,5	1,3	3,2	1,9	3,3	3,2
19	4,6	2,9	2,1	1,2	2,7	1,8	2,0	2,0
20	5,5	3,4	2,4	1,4	2,4	2,1	2,9	2,5
21	4,2	2,5	2,0	1,2	—	1,5	2,0	2,5
22	5,1	3,1	2,4	2,1	—	1,8	2,5	1,8
23	5,9	2,6	2,7	2,6	—	2,2	3,3	3,0
Durchschnitt	5,3	3,0	2,3	1,8	3,5	1,9	2,7	2,6

In 150 cm Höhe — wie es von den oben erwähnten zu sehen ist — bildete sich eine andere Reihenfolge in der Erwärmtheit der Messstellen, als in 5 und 50 cm Höhe. In 150 cm Höhe ist die grösste Erwärmtheit in der Windauswehung zu finden (Messstelle 7). In dieser Höhe ist aber die starke Erwärmtheit der Messstelle 7 ausser dem Windschutz ein Ergebnis anderer Wirkungen. Nämlich die 150 cm Höhe über dem Grund der Windverwehung steht beiläufig in gleicher Höhe wie der über der Windverwehung erdenkte Teil der Dünenoberfläche, und so steht sie in gewissem Masse unter der Wirkung der stark erwärmten Luftschicht über der Dünenoberfläche. Als dessen Erfolg die Erwärmtheit der 150 cm Höhe an der Messstelle 7 war die höchste zwischen den Messstellen, auch an diesen Tagen — mit Ausnahme 15 — an welchen der Wind von der vorherrschenden Windrichtung wehte, und der Mittelwert ihrer Hochperiode wurde auch am 15 nur von demselben der Messstelle 5 mit einem Zehntelgrad durchgeschritten. In Übereinstimmung mit diesen sind die täglichen Mittelgradienten auch sehr niedrig an der Messstelle 7, nach den Gradienten der Messstelle 5 die niedrigsten.

Die Wirkung der Böschung der Messstelle 1 kommt in 150 cm Höhe schon nicht in so grossem Masse zur Geltung, wie in niedrigeren Höhen und so die Er-

wärmtheit des Gebietes der Messstelle erreicht schon nicht dieselben der Messstellen 7 und 5. An der Messstelle 6 konnten wir an den 4 letzten Tagen — wegen Instrumentfehler — keine Beobachtungen durchführen, aber von den Angaben der ersten 7 Tagen ist es klar, dass die Erwärmtheit der Messstelle 6 etwas niedriger ist, als die der mit ähnlichen Vegetation bedeckten Messstelle 5 (und Messstelle 1). Womit die sandliche Moosschicht nur eine engere Umgebung der Messstelle 6 bedeckte und nicht die ganze Böschung, an welcher die Messstelle gelagert war, kann man vorstellen, dass in 150 cm Höhe schon die Wirkung der ungünstigen Böschungsexposition zur Geltung kommt, welche Wirkung noch in niedrigeren Höhen von der Moosschicht noch ausgeglichen werden konnte.

Die Erwärmtheit der Messstelle 9 — im Gegenteil zu dem in niedrigeren Höhen ausgebildeten Verhältniss — ist in 150 cm Höhe grösser als dieselbe der Messstelle 2. In dieser Erscheinung kann die höhere Lage der Messstelle 2 eine Rolle haben. In 5 und 50 cm Höhe hat die steilere Böschung der Messstelle 2 eine grössere Wirkung auf die Erwärmtheit, in 150 cm Höhe nimmt aber die Böschungswirkung sehr ab, denn die Messstelle war nicht am Mitte, sondern am oberen, zu den Dünenrücken geneigten Streifen der Böschung gelagert.

An dem flächen, wüsten Dünenrücken ist die Erwärmtheit der Messstelle 3 in 150 cm Höhe nach derselben der Messstelle 8 die schwächste. In dieser Tatsache spielen dieselben Faktoren die Rolle, wie in der schwachen Erwärmtheit in niedrigeren Höhen der Messstelle, nämlich die relative Höhe der Messstelle, das Mangel der Pflanzendecke, der Böschung und des Luftschutzes. Das macht besonders bemerkenswert die Tatsache, dass an der Messstelle 5 — welche die gleiche Lagerung hat wie die Messstelle 3, nur mit *Festucetum* Vegetation bedeckt ist, —

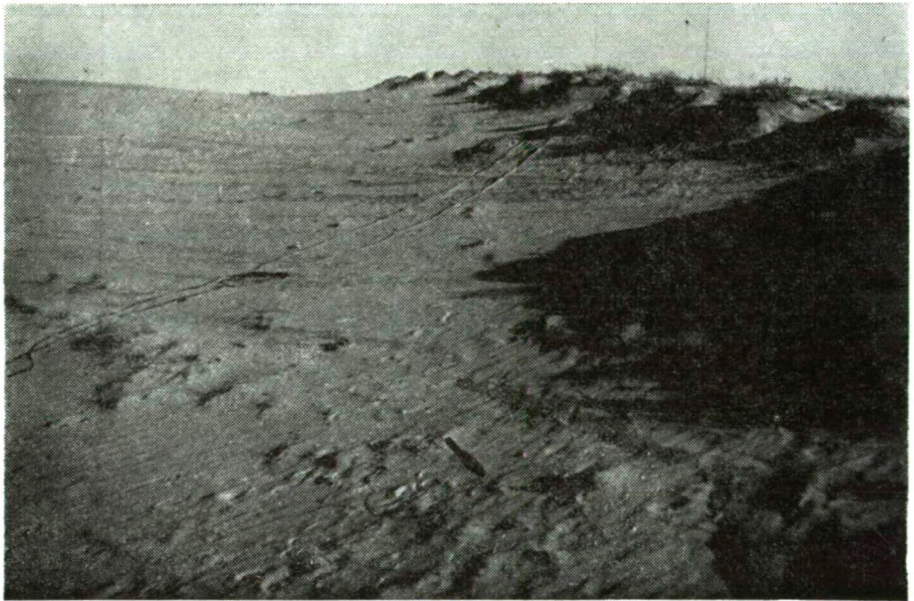


Bild 4. Ein Teil der Windverwehung in der Nähe der Messstelle 7. Im Hintergrund ein Blitzableiter.

die Erwärmtheit viel stärker ist, weiterhin noch, dass die Erwärmtheit der tiefer gelegenen, einen gewissen Windschutz besitzenden und mit relative dichter Vegetation bedeckten Messstelle 8 noch schwächer ist, als die der Messstelle 3.

Zusammenfassung

Zum schnellen Erkennen der Absonderung der Mikroklimare haben wir den Begriff: Mittelwert der »Hochtemperaturperiode« am Tage eingeführt. Dessen Grösse ist auf diesen Zustand irgendeiner Luftschicht charakteristisch, welcher mit dem Wort »Erwärmtheit« bezeichnet wird.

Es ist feststellbar, dass die Erwärmtheit an verschiedenen Stellen der untersuchten Sanddüne verschieden ist, also an der Düne sondern sich Mikroklimare ab. Die Reihenfolge nach der Grösse der an unseren verschiedenen Messstellen beobachteten Erwärmtheit war in 5 und 50 cm Höhe — trotz der verschiedenen Messungstechnik — gleich. In 150 cm Höhe zeigten sich in der Erwärmtheit der Messstellen noch immer Unterschiede, also die Absonderung der Mikroklimare ist noch in dieser Höhe auch zu bemerken. Aber die Reihenfolge der Erwärmtheit nach der Grösse ist in 150 cm Höhe anders, als in niedrigeren Höhen und die Unterschiede zwischen den Werten sind auch kleiner.

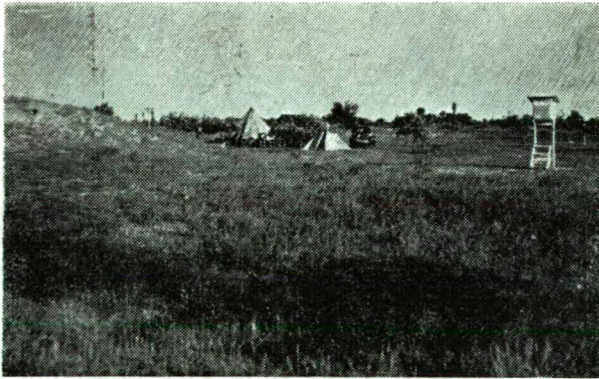


Bild 5. Die Zelte der Zentral-Ablesungseinrichtung. Links auf dem Abhang die Messstelle 9, höher das Kreuz der Messstelle 2 und Blitzableiter. Rechts am Ort aufgestellte Thermometerhütte.

Auf den Mass der Erwärmtheit hatten die Böschungsverhältnisse der Düne grossen Einfluss (grössere Steile als 15° war nicht). Die Erwärmtheit in den vom Wind hergestellten Erosionsformen war — abhängig von Windverhältnissen — höher oder niedriger, als an dem Dünenrücken und im Flächengebiet der Interdünenung. Die Windrichtung hat eine bemerkbare Wirkung auf die Erwärmtheit des Interdünenung-Gebietes und auch sogar auf die der Luftschicht über der Böschung. Das Verhältnis der Erwärmtheit zwischen des Dünenrückens und des Gebietes der Interdünenung hängt von der Windrichtung und auch von dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ab, in allgemeinen ist aber die Erwärmtheit am Dünenrücken — der grösseren Höhe entsprechend — schwächer. Eine starke temperaturerhebende Wirkung der sandlichen Moosschichte wurde bemerkt. An

Grunde unserer Angaben kann die Folgerung gezogen werden, dass die zweierlei Vegetation, — welche an der Düne zu finden sind — auf die Grösse der Erwärmtheit in verschiedenen Höhen bzw. auf die Gradientwerte entgegengestzte Wirkung haben. Bei einer Festucetum Vegetation haben sich niedrigere, bei Brometum Vegetation höhere Gradienten gebildet.

LITERATUR

1. Andó, M.: Beitrag zur Bodentemperatur des Flugsandes. Acta Geogr. Szeged, T. 1. 1955.
2. Wagner, R.: A mikroklíma fogalma és módszere a természeti földrajzi kutatásokban. Földrajzi Értesítő, 4. 1955.
3. Wagner, R.: A különböző ökológiai viszonyú területek mikroklímamérési módszerei. Időjárás, 3. 1955.
4. Kiss, A.: Temperaturextreme auf dem Sande von Üllés. Acta Geogr. Szeged, T. 1. 1955.